第12講　慣性力

1

⑴　静止している電車の天井から，小球を軽い糸でつるした。電車が水平面上で等加速度直線運動を始めたところ，糸と鉛直線のなす角度が θ となった。このとき，重力加速度を g とすると，電車の加速度の大きさは（　　）である。（　　）に該当するものを，選択肢の中から選べ。

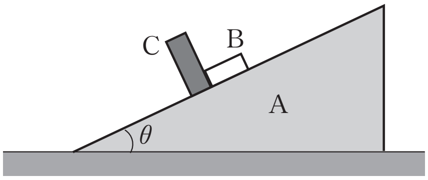
a　$g\cos\theta$　　b　$g\sin\theta$　　c　$g\tan\theta$　　d　$\dfrac{g}{\cos\theta}$

e　$\dfrac{g}{\sin\theta}$　　f　$\dfrac{g}{\tan\theta}$

⑵　伸び縮みせず質量の無視できるひもの一端をエレベータの天井に固定し，他端に質量5［kg］の物体を結び，静止させた。エレベータを一定の加速度 $0.1g$［m/s^2］で上昇させたとき物体に働くひもの張力はいくらか。重力加速度を g［m/s^2］として，下記のうちで正しいものを選べ。

a．$3.5g$［N］　b．$4.0g$［N］　c．$5.5g$［N］　d．$6.5g$［N］　e．$7.5g$［N］

⑶　床の上に傾き θ のなめらかな斜面Aがある。斜面上に置かれた物体Bは斜面に固定された支えCに接触して静止している。斜面Aが水平左向きに加速度運動するとき，Bが斜面に沿って上向きに動き出すには，Aの加速度の大きさはいくらより大きければよいか。θ と重力加速度 g を用いて答えなさい。



⑶の図

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

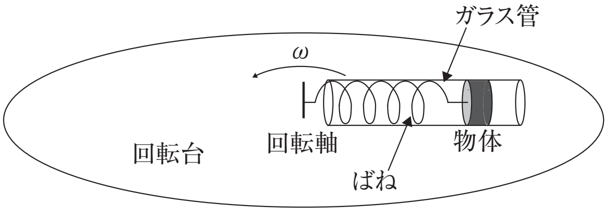
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のように，ばねにつながった質量 m の物体を回転台に固定したガラス管の中に入れ，ばねの一端を回転軸に固定する。回転台を一定の角速度 ω で水平面内で回転させた。ガラス管の中心線は回転軸を通り，回転軸と直交している。物体はガラス管内にぴったり収まり，かつ，ガラス管内を滑らかに動くことができる。ばねの自然の長さは l，ばね定数は k である。角速度 ω は，$k > m\omega^2$ の条件を満たすとする。



問１　ばねが自然の長さ l から一定の伸び x_0 だけ伸びた状態で回転している場合について考える。

(i)　次の文章の空欄に入る適当な語句または式を，解答欄に記入せよ。

この物体は等速円運動しているので，円運動の中心に向かう［(1)］と呼ばれる力が作用している。この力の大きさは角速度 ω を用いると［(2)］で表せる。この場合，ばねの弾性力がこの力の役割をはたしている。しかし，回転台とともに回転している観測者からみると，この物体は静止しており，ばねの弾性力につり合う力が働いているようにみえる。このみかけの力は等速円運動の場合，［(3)］と呼ばれる。また，このように観測者が等加速度運動や等速円運動しているときに現れるみかけの力は，物体の［(4)］に比例し，一般に［(5)］と呼ばれる。

(ii)　回転している観測者からみた物体に働く力のつり合いの式を示せ。また，この式より，伸び x_0 を求めよ。

問２　物体が，問１におけるつり合いの位置を中心に，ガラス管に沿ってわずかに振動しながら回転している場合について考える。

(i)　ある瞬間において，つり合いの位置からのずれを x' とする。このとき，回転している観測者から見た場合，物体に働くみかけの力を含む合力 F を，$F = -k_a x'$ と書き表すことにする。このときの k_a を求めよ。

(ii)　物体が振動している周期 T［s］は，回転台を止めた状態で振動させたときの周期に比べ，長いか，短いか，答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

次の文章中の[　　　]に入る最も適当なものを，それぞれ解答群のうちから一つずつ選び，番号で答えよ。

図1のように，水平面と角 α をなす十分に長いなめらかな斜面上を，質量 M の箱がすべり降りている。箱の中には長さ l の伸び縮みしない軽い糸で質量 m の小さなおもりがつるされていて，おもりは箱に対して静止している。このとき，おもりをつるしている糸と鉛直線とのなす角を β とする。箱の質量 M は，おもりの質量 m に比べて十分に大きく，おもりの運動は箱の運動には影響を与えないとする。また，重力加速度の大きさを g とする。
箱がすべり降りる加速度の大きさを a とすると

$a =$ [　ア　]　……(1)

である。おもりは箱に対して静止しているから，糸の張力の大きさ S とすると，おもりについて

鉛直方向のつりあいの式は [　イ　] $= 0$　……(2)
水平方向のつりあいの式は [　ウ　] $= 0$　……(3)

である。式(1)，(2)，(3)から，$S =$ [　エ　]，$\beta =$ [　オ　]であることがわかる。

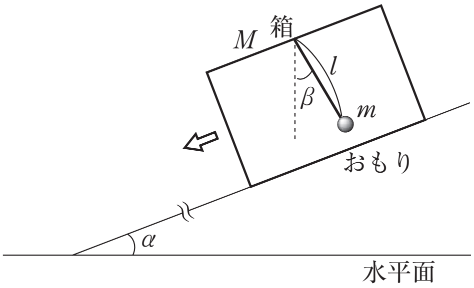


図1

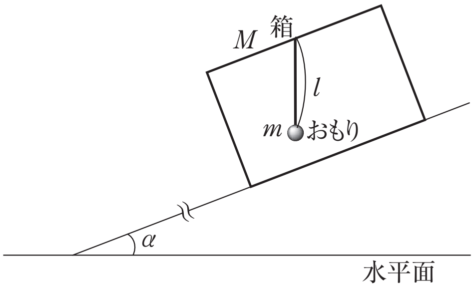


図2

次に図2のように，斜面上で箱とおもりを静止させたのち（$\beta = 0$），初速0で静かにはなしたところ，箱は斜面をすべり，おもりは箱に対して振動運動をした。ただし，おもりは箱と衝突しないものとする。このとき，糸と鉛直線とのなす角の最大値は[　カ　]である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ア の解答群

① $g\sin\alpha$　② $g\cos\alpha$　③ $g\tan\alpha$

④ $\dfrac{g}{\sin\alpha}$　⑤ $\dfrac{g}{\cos\alpha}$　⑥ $\dfrac{g}{\tan\alpha}$

イ の解答群

① $mg-S\cos\beta$　② $mg-S\cos\beta-ma$　③ $mg-S\cos\beta-ma\sin\alpha$

④ $mg-S\cos\beta-ma\cos\alpha$　⑤ $mg-S\cos\beta-ma\tan\alpha$

ウ の解答群

① $S\sin\beta-ma$　② $S\sin\beta-ma\sin\alpha$　③ $S\sin\beta-ma\cos\alpha$

④ $S\sin\beta-ma\tan\alpha$

エ の解答群

① $mg\sin\alpha$　② $mg\cos\alpha$　③ $mg\tan\alpha$

④ $\dfrac{mg}{\sin\alpha}$　⑤ $\dfrac{mg}{\cos\alpha}$　⑥ $\dfrac{mg}{\tan\alpha}$

オ の解答群

① $\dfrac{\alpha}{3}$　② $\dfrac{\alpha}{2}$　③ $\dfrac{2}{3}\alpha$　④ α　⑤ $\dfrac{4}{3}\alpha$　⑥ $\dfrac{3}{2}\alpha$

カ の解答群

① $\dfrac{\alpha}{4}$　② $\dfrac{\alpha}{2}$　③ α　④ $\dfrac{3}{2}\alpha$　⑤ 2α　⑥ 3α

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

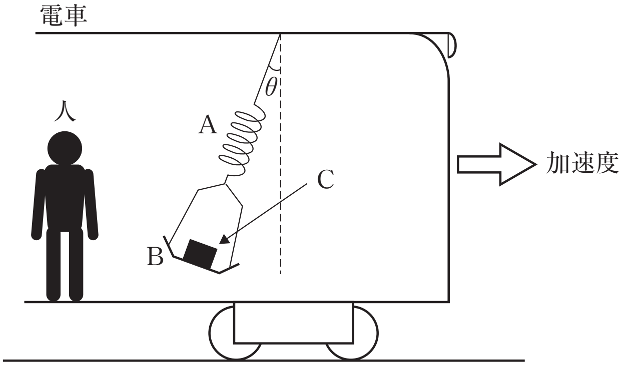
第12講　確認テスト

物体の運動に関する次の文章（[A]，[B]）を読み，以下の問の空所［　　］に入る適語を解答群から選択せよ。

［A］　宇宙ステーションの中のような無重力（無重量）状態に最も近いものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 1 ］

① 高速で等速直線運動する飛行機の中
② 打ち上げ直後の加速上昇中のロケットの中
③ 急ブレーキをかけた自動車の中
④ 急カーブを回っている自動車の中
⑤ 自由落下する遊具（フリーフォール）の中
⑥ 一定速度で下降するエレベーターの中

［B］　図のように，矢印の向きに一定の加速度で加速している電車の天井に，ばね定数 k [N/m] の軽いばね A をつり下げ，下端に質量 m [kg] の小さな皿 B を取り付けた。さらに，B の上に質量 M [kg] の小物体 C を静かに載せたところ，鉛直から角度 θ [rad] だけ傾いて A，B，C は静止した。ただし，A，B，C の運動は電車内にいる人が観測するものとし，重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。



問 1　電車の加速度の大きさを電車の外の人が観測すると［ 2 ］ [m/s^2] である。

解答群

① $g\tan\theta$　② $g(1+\tan\theta)$　③ $g(1-\tan\theta)$　④ $g\sqrt{1+\tan^2\theta}$

⑤ $g\sqrt{1-\tan^2\theta}$　⑥ $\dfrac{g}{\tan\theta}$　⑦ $\dfrac{g}{1+\tan\theta}$　⑧ $\dfrac{g}{1-\tan\theta}$

⑨ $\dfrac{g}{\sqrt{1+\tan^2\theta}}$　⑩ $\dfrac{g}{\sqrt{1-\tan^2\theta}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　A は自然な長さから［ 3 ］[m] だけのびている。

解答群

① $\frac{Mg}{k}\cdot\tan\theta$　② $\frac{Mg}{k}\cdot\sqrt{1+\tan^2\theta}$　③ $\frac{Mg}{k}\cdot\sqrt{1-\tan^2\theta}$

④ $\frac{mg}{k}\cdot\tan\theta$　⑤ $\frac{mg}{k}\cdot\sqrt{1+\tan^2\theta}$　⑥ $\frac{mg}{k}\cdot\sqrt{1-\tan^2\theta}$

⑦ $\frac{(M+m)g}{k}\cdot\tan\theta$　⑧ $\frac{(M+m)g}{k}\cdot\sqrt{1+\tan^2\theta}$　⑨ $\frac{(M+m)g}{k}\cdot\sqrt{1-\tan^2\theta}$

問3　つぎに，角度 θ を保ったまま A をさらに L [m] だけ引きのばして静かに放したところ，B と C は一体となって単振動を始めた。このときの単振動の周期は［ 4 ］[s] である。

解答群

① $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$　② $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　③ $2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$

④ $2\pi\tan\theta\sqrt{\frac{M}{k}}$　⑤ $2\pi\tan\theta\sqrt{\frac{m}{k}}$　⑥ $2\pi\tan\theta\sqrt{\frac{M+m}{k}}$

⑦ $2\pi\sqrt{\frac{M(1+\tan^2\theta)}{k}}$　⑧ $2\pi\sqrt{\frac{m(1+\tan^2\theta)}{k}}$　⑨ $2\pi\sqrt{\frac{(M+m)(1+\tan^2\theta)}{k}}$

⑩ $2\pi\sqrt{\frac{M(1-\tan^2\theta)}{k}}$　⑪ $2\pi\sqrt{\frac{m(1-\tan^2\theta)}{k}}$　⑫ $2\pi\sqrt{\frac{(M+m)(1-\tan^2\theta)}{k}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 12 講　解答

1

（1）c　（2）c　（3）$g\tan\theta$

2

問１

（i）（1）向心力　（2）$m(l+x_0)\omega^2$　（3）遠心力

（4）質量　（5）慣性力

（ii）力のつり合いの式：$0=-kx_0+m(l+x_0)\omega^2$　伸び x_0：$x_0=\dfrac{ml\omega^2}{k-m\omega^2}$

問２

（i）$k-m\omega^2$　（ii）長い

3

ア　①　イ　③　ウ　③　エ　②　オ　④

カ　⑤

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 12 講　確認テスト

【解答】

1　⑤　　2　①　　3　⑧　　4　③

【解説】

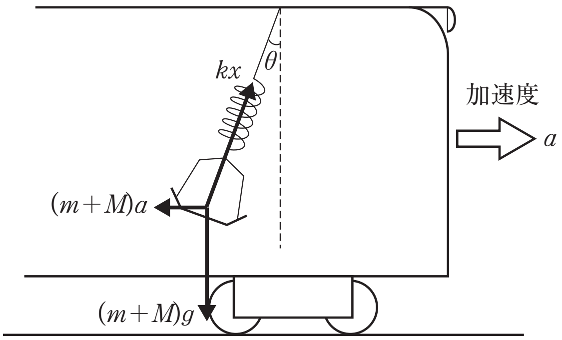
［A］

フリーフォール中では，自由落下している間に質量 m の物体をみるとき，慣性力の大きさは mg となる。$_1$

［B］

車内で見たときの，BC の力のつりあいは，ばねののびを x として

$$\begin{cases}(m+M)a = kx\sin\theta & \text{——Ⓐ} \\ (m+M)g = kx\cos\theta & \text{——Ⓑ}\end{cases}$$



問 1

Ⓐ÷Ⓑより，

$$a = \boldsymbol{g\tan\theta}\,_2$$

問 2

$Ⓐ^2+Ⓑ^2$ と，$\cos^2\theta+\sin^2\theta=1$ より，

$$(m+M)^2(a^2+g^2)=k^2x^2$$

$a=g\tan\theta$ を代入して，

$$x=\boldsymbol{\frac{(m+M)g}{k}\sqrt{1+\tan^2\theta}}\,_3$$

問 3

単振動の周期は，質量とばね定数で決まるので，

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m+M}{k}}\,_4$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。